

绿肥对土壤有机质的影响*

沈 洁 陆炳章 陈正斌 崔 芳

(江苏沿海地区农科所)

摘 要

长期施用绿肥能积累一定量的土壤有机质,其中以豆科与非豆科混播绿肥的效果优于豆科单播绿肥。绿肥还能改善土壤物理性状,增加土壤供肥保水能力,增加土壤微生物数量和提高土壤酶活性。

土壤有机质是土壤肥力的重要物质基础,而绿肥则是土壤有机质的重要给源之一。从1981年开始在本所试验场设立了绿肥定位试验区,研究不同轮作条件下,绿肥对土壤有机质的影响。研究表明,在江苏滨海盐渍土上种植绿肥对提高土壤有机质含量有明显的效果。

一、试验方法

试验分田间、微区和盆钵三种方法,供试土壤均为滨海盐土,土壤母质为黄淮冲积海相沉积物。田间试验表土的有机质含量1.49%,全氮0.104%,速效磷(P)5—8 ppm。主要轮作方式为:“绿—稻—绿”和“麦—稻—麦”,分别设不同播种量处理:(1)苕子5斤+黑麦草1斤(均为每亩用量,下同)。(2)大荚箭豌豆10斤;(3)大荚箭豌豆8斤+黑麦草1斤;(4)大荚箭豌豆6斤+蚕豆20斤;(5)大荚箭豌豆6斤+蚕豆20斤+油菜0.2斤;(6)小麦20斤(对照)。小区面积为0.05亩,每处理重复4次,绿肥于9月下旬播种,第二年5月初收割鲜草称重,翻埋入土,然后栽插水稻;微区试验用1 m²的水泥池12个,设大麦、苕子、苕子+黑麦草和黑麦草4个处理,每个处理3次重复;盆钵试验也设6个处理:(1)苕子10000斤;(2)苕子5000斤;(3)细绿萍10000斤;(4)大荚箭豌豆5000斤;(5)大荚箭和黑麦草各2500斤;(6)不施绿肥(对照),重复5次。各处理都不另施肥,其他措施同一般大田,绿肥茬水稻收后再种绿肥,大麦茬水稻收后再种大麦,依次循环,如此连续进行5年。

采用多点混合法取土样,拣净残根,风干,磨碎后供分析用,在作物(包括绿肥)不同生育期、定期测定生长动态、养分含量、产量(生物产量和经济产量)和土壤有机质、土壤微生物区系和酶活性等。

二、试验结果

(一)绿肥积累土壤有机质的效果

绿肥对积累土壤有机质的作用受多种因素的制约,且变化也较缓慢。试验资料表明,在水旱轮作条件下,种绿肥的试区,3年内土壤有机质含量由1.49%增加至1.63%,累计增加0.144%,年递增率为2.79%;而不施绿肥的田,由于受稻根、麦根(每年有100—175公斤根

* 许慰康同志参加部分工作,表示感谢

茬翻埋入土)的影响,土壤有机质亦能维持在原有水平。从微区和盆栽试验看出,绿稻轮作田,土壤有机质递增率是2.65—2.92%,而麦稻连作土(拾去麦、稻根),土壤有机质递减率是1.62—1.67%,这说明在水旱轮作地上,种植绿肥能提高土壤有机质的含量。

从田间试验还看出,种植绿肥的田块,土壤有机质含量有随绿肥种植年限的增长而增大的趋势。在亩施新鲜绿肥600—8000公斤的条件下,三年累计土壤有机质增长0.09—0.12%,四年增长0.08—0.27%,其中尤以豆科与禾本科或豆科与十字花科绿肥混播增长较明显。在盆栽试验中,5年内土壤有机质增加0.09—0.38%,在微反试验中,四年内土壤有机质增加0.10—0.26%。

(二)绿肥影响土壤有机质积累的因素

1. 绿肥的碳氮比

不同的绿肥其C/N比不同,同一种绿肥在不同的生育期,其C/N比也不同。绿肥地下部分的C/N比大于地上部分,禾本科和十字花科绿肥的C/N比大于豆科绿肥(表1)。同一种绿肥,不同时期植株C/N比也不同,例如苕子在开花初期植株的C/N比为13.5,盛花期为14.4,结荚期为17.6;而大荚箭豌豆开花期植株的C/N比为9.46,结荚期为20.3。

众所周知,一般而言,在土壤条件相同的情况下,C/N比值高的植物物质,其分解残留物较高,因此对增加土壤有机质含量的贡献较大,而C/N比值低者,其贡献则相对较小。

表1 供试绿肥作物的C/N

供试绿肥	地上部分			地下部分		
	C%	N%	C/N	C%	N%	C/N
苕子	42.2	3.13	13.4	32.6	2.28	14.3
大荚箭豌豆	40.0	4.23	9.46	41.1	3.44	12.0
油菜	42.0	4.33	17.4	36.9	1.40	26.4
蚕豆	42.2	3.50	12.1	37.7	2.46	15.3
黑麦草	40.5	2.23	17.4	21.9	0.68	32.1
苕5黑1	36.9	3.03	12.2	37.3	1.13	33.2
大8黑1	42.2	3.38	12.5	37.5	1.32	28.4
大荚箭豌豆10	38.6	4.17	9.26	39.9	2.09	19.1
大6蚕20	42.2	4.53	9.43	35.1	2.16	16.2
大6蚕20油0.2	40.7	3.49	11.7	34.8	2.44	14.3

注:苕5黑1指播种时用苕子5斤,黑麦草1斤混播,其余类推。

表2 不同绿肥在水旱条件下的腐殖化系数

处 理	C%	N%	C/N	水田腐殖化系数	旱田腐殖化系数
金花菜	38.8	3.56	10.9	0.19	0.13
大荚箭豌豆	41.4	3.48	11.9	0.19	0.14
紫云英	35.8	3.06	12.0	0.19	0.15
蚕豆	39.4	3.07	15.8	0.22	0.17
苕子	42.3	2.48	17.0	0.22	0.18
苕子+黑麦草	39.4	2.29	17.2	0.23	0.18
黑麦草	34.7	1.67	20.2	0.24	0.20
麦 秸	42.6	1.66	25.5	0.27	0.20
油 菜	43.0	1.63	26.4	0.28	0.20

2. 绿肥的腐殖化系数,

1984—1985年用沙滤管法测定了苕子、大荚箭豌豆、油菜、黑麦草等9种绿肥的腐殖化系数。结果表明,绿肥的C/N与其腐殖化系数成正比。禾本科,十字花科等C/N较高的绿肥和混播绿肥其腐殖化系数均大于C/N较低的豆科绿肥(表2)。

(三)绿肥对提高土壤微生物数量和酶活性的作用。

1. 增加土壤微生物的数量

绿肥耕埋后,土层中的有机营养型微生物数量急剧增加。据测定,绿—稻—绿轮作区的微生物数量较稻麦连作田增加74—128%,其中以细菌最多,放线菌次之,真菌最少。生理群微生物数量,每克干土中达5381—14384万个,比对照增加40—274%,其中以氨化细菌最多,纤维菌和固氮菌较少。种植绿肥时间越长,土壤微生物数量也越多。

2. 提高土壤酶的活性

土壤酶活性是鉴别土壤肥力的一个指标。据对田间试验土样的分析,土壤中酶活性以豆科—禾本科混播的绿肥田高于豆科绿肥田,混播绿肥的农田和纯种绿肥田的土壤酶活性,高于麦稻连作田。从土壤层次来看,

土壤酶活性则以表层高于底层，绿稻轮作田高于麦稻连作田。所有结果表明，绿肥与土壤中有机质有明显的相关性，可以提高土壤酶活性。

表3 不同绿肥田的土壤酶活性

处 理	大茭箭豌豆 + 黑麦草		大茭箭豌豆		大麦20		若5 + 黑1 0—20 cm	大茭箭豌豆 0—20 cm	大茭箭豌豆 + 蚕 油菜 0—20cm
	0—20 cm	20—40 cm	0—20 cm	20—40 cm	0—20 cm	20—40 cm			
过氧化氢酶 ml/g土	19.9	12.8	19.7	16.3	17.0	12.0	19.5	24.2	22.6
蔗糖酶 ml/g土	9.38	2.84	6.32	4.82	6.04	1.98	9.28	7.80	9.12
尿酶 mg/g土	2.88	0.77	2.36	1.55	2.08	0.64	2.89	2.80	3.19
有机质 %	1.59	1.10	1.58	1.37	1.51	0.76	1.65	1.65	1.70

测定方法：尿酶用脲酶法；过氧化氢酶用比色法；蔗糖酶用3,5-二硝基水杨酸法。

(四)改善土壤的物理性质

由于翻压绿肥，增加了土壤有机质和土壤生物学活性质，使土壤形成良好的有机无机复合胶体，促进土壤团聚体的形成，使土壤疏松，容重降低，增加土壤孔隙度，有效地调节了土壤三相比，使土壤水分物理性状得到改善(表4)。据测定，豆料—禾本科混播区的耕层土壤中 $>0.25\text{mm}$ 的水稳性团聚体为13%，豆料绿肥区为11%，对照区只有9%。土壤容重绿肥田较大麦田减轻，土壤孔隙增加，毛管孔隙减少，非毛管孔隙增加，大小孔隙比在1:2—4之间，土壤三相比更趋向合理。

豆料绿肥田耕层土壤的渗透速度为 $1.6\text{cm}/10\text{min}$ 混播肥田则为 $1.8—2.4\text{cm}/10\text{min}$ ，而大麦田是 $0.62\text{cm}/\text{min}$ 表明土壤板结严重。可是，使用绿肥有助于改善土壤的渗透速度。

表4 绿肥对土壤物理性状的影响

处 理	容 重 (g/cm^3)	孔隙度 (%)	毛管孔隙 (%)	非毛管孔隙 (%)	三相比(%)			大小孔隙比
					固相	液相	气相	
若5 黑1	1.40	47.8	37.7	10.0	52.8	22.2	25.5	1:3.76
大10	1.38	48.4	38.1	10.28	51.6	22.2	26.1	1:3.71
大8 黑1	1.38	48.4	37.0	10.4	51.6	21.3	27.1	1:3.23
大6 蚕20	1.37	48.1	36.7	10.0	51.9	21.9	26.6	1:3.71
大茭20(对照)	1.42	47.4	40.0	7.54	52.6	21.2	26.3	1:5.36

综上所述，在江苏滨海盐土上种植并施用绿肥有利于土壤有机质的积累。随着绿肥种植年限的增加这种效果就越明显。其中以豆料与非豆料混播绿肥的效果优于单播豆科绿肥。